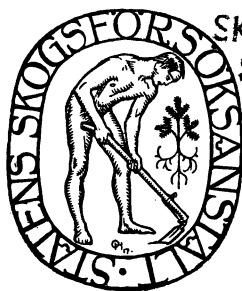


INVERKAN AV TALLKÄRNVEDENS FENOL- SUBSTANSER PÅ NÅGRA BLÅYTESVAMPARS TILLVÄXT JÄMTE ETT FÖRSÖK TILL KVANTI- TATIV MÄTNING AV BLÅNADENS INTENSITET

*THE INFLUENCE OF THE PINOSYLVINIC COMPOUNDS ON THE GROWTH OF CERTAIN
BLUEING FUNGI, WITH AN ATTEMPT AT THE MEASUREMENT OF THE INTENSITY
OF BLUEING*

AV

ERIK RENNERFELT



SKOGSBLIOTEKET
SKOGSHOGSKOLAN

MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT
HÄFTE 34 · Nr 7

Centraltr., Esselte, Sthlm 1945

540084

MEDDELANDEN

FRÅN

STATENS
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 34. 1944—45

MITTEILUNGEN AUS DER
FORSTLICHEN VERSUCHS-
ANSTALT SCHWEDENS

34. HEFT

REPORTS OF THE SWEDISH
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL
FORESTRY

Nº. 34

BULLETIN DE L'INSTITUT D'EXPÉRIMENTATION
FORESTIÈRE DE SUÈDE

Nº 34



REDAKTÖR:
PROFESSOR MANFRED NÄSLUND

INNEHÅLL:

	Sid.
FORSSLUND, KARL-HERMAN: Studier över det lägre djurlivet i nord-svensk skogsmark.....	1
Studien über die Tierwelt des nordschwedischen Waldbodens.....	265
NÄSLUND, MANFRED: Antalet provträd och kubikmassans noggrannhet vid stamräkning av skog	285
The Number of Sample Trees and the Accuracy of the Cubic Volume in Forest Estimation by Stem Accounting	307
PETRINI, SVEN: Tre försöksytor i aspskog	309
Three Sample Plots in Aspen Woods	325
PETRINI, SVEN: Om granrötans inverkan på avverkningens rotvärde	327
Über den Einfluss der Wurzelfäule der Fichte auf den Abtriebs-ertrag.....	340
FORSSLUND, KARL-HERMAN: Sammanfattande översikt över vid mark-faunaundersökningar i Västerbotten påträffade djurformer... ..	341
Zusammenfassende Übersicht über bei Waldbodenfaunauntersuchungen in Västerbotten (Nordschweden) angetroffene Tiere	363
FORSSLUND, KARL-HERMAN: Något om röda tallstekelns (<i>Diprion sertifer Geoffr.</i>) skadegörelse	365
Einiges über die Schädigungen der roten Kiefernbuschhornblattwespe (<i>Diprion sertifer Geoffr.</i>)	389
RENNERFELT, ERIK: Inverkan av tallkärnvedens fenolsubstanter på några blåytesvampars tillväxt jämte ett försök till kvantitativ mätning av blånadens intensitet	391
The Influence of the Pinosylvine Compounds on the Growth of Certain Blueing Fungi, with an Attempt at the Measurement of the Intensity of Blueing	413
Redogörelser för verksamheten vid statens skogsförsöksanstalt under åren 1941—1944 (Berichte über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in den Jahren 1941—1944; Reports on the Work of the Swedish Institute of Experimental Forestry in 1941—1944)	417

	Sid.
WIKSTEN, ÅKE: Metodik vid mätning av årsringens vårved och höstved	45 ^I
A Method of Measuring Spring Wood and Summer Wood in the Annual Ring	493
BJÖRKMAN, ERIK: Studier över ljusets betydelse för föryngringens höjdtillväxt på norrländska tallhedar.....	497
On the Influence of Light on the Height Growth of Pine Plants on Pine-Heaths in Norrland	54 ^I
ROMELL, LARS-GUNNAR och MALMSTRÖM, CARL: Henrik Hesselmans tallhedsförsök åren 1922—42... ..	543
The Ecology of Lichen-Pine Forest Experiments (1922—42) by the late Dr H. Hesselman	616



INVERKAN AV TALLKÄRNVEDENS FENOLSUBSTANSER PÅ NÅGRA BLÅYTESVAMPARS TILLVÄXT JÄMTE ETT FÖRSÖK TILL KVANTI- TATIV MÄTNING AV BLÅNADENS INTENSITET.

Inledning.

V ar och en, som närmare studerat blåytesvamparnas uppträdande på tall, har knappast kunnat undgå att lägga märke till de skillnader, som i detta avseende råda mellan splint och kärna. Medan splintveden snabbt och intensivt angripes av blånad, förblir kärnveden frisk och oskadad.

Kärnvedens stora motståndskraft emot blånadssvamparna beror säkerligen på flera faktorer. En sådan är att kärnveden i regel är fattigare på näringsämnen än splintveden. Enligt TRENDELENBURG (1939 s. 139) innehåller hos nästan alla trädslag splintveden mer askbeståndsdelar än kärnveden. Beträffande kväve är skillnaden mellan splint och kärna icke stor, dock är den förra genomgående kväverikare än kärnan. Knappheten på näring kan alltså bidra till att blåytesvamparna icke utveckla sig på kärnveden.

En annan faktor, som har stor betydelse, är olikheten i vattenhalt hos splint- resp. kärnved. För att blåytesvamparna över huvudtaget skola kunna tillväxa i veden, måste vattenhalten minst utgöra ungefär 30 %, beräknat på vedens torrsvikt (= värdet för fibermättnadspunkten). För optimal tillväxt bör dock veden även innehålla en del fritt vatten. Enligt LAGERBERG, LUNDBERG och MELIN (1927) äger optimal utveckling av blåytesvamparna rum vid en vattenhalt mellan 40 och 135 %. Kärnveden i rotstående tall innehåller betydligt mindre vatten än splintveden (44 % emot 152 % enligt samma författare), och på grund av att porerna förändras vid uttorkningen har kärnveden större svårighet att åter taga upp fritt vatten än splintveden. LAGERBERG, LUNDBERG och MELIN hålla även för troligt, att just behovet av fritt vatten för blåytesvamparnas del är ett av skälen, varför de ej kunna växa i kärnveden.

En tredje orsak till tallkärnvedens resistens emot blåyta kan vara förekomsten av för svamparna giftiga ämnen. Dylika substanser ha även isolerats ur tallkärnveden, och i föreliggande uppsats har deras inverkan på några olika blåytesvampar närmare undersökts.

De för undersökningen erforderliga tallkärnvedsubstanserna ha framställts på Cellulosaindustriens Centrallaboratorium under docent H. ERDTMANS ledning och med understöd från Fonden för skogsvetenskaplig forskning. För denna hjälp ber jag att få tacka. För tillstånd att få använda centrallaboratoriets vithetsmätare ber jag att få framföra ett tack till professor E. HÄGGLUND, och för råd och anvisningar vid utförandet av vithetsmätningarna vill jag tacka civ.-ingenjör H.-W. GIERTZ. Fröken BEATA BJÖRKMAN har på ett noggrant och förtjänstfullt sätt utfört det omfattande laboratoriearbetet, och fröken GUNNILA THORDEMAN har ritat de i texten ingående figurerna, för vilket jag också tackar.

FÖRSÖK MED TALLKÄRNVEDENS FENOL-SUBSTANSER.

Kärnveden skiljer sig från splintveden bl. a. genom sin i allmänhet högre hartshalt. Enligt SYLVÉN (1916 s. 184) är den genomsnittliga halten av eterlösliga beståndsdelar i kärnan 8 %, i splinten $2\frac{2}{3}$ %. Dessa hartsbeståndsdelar utöva dock enligt ZELLER (1916) blott en ringa giftverkan. För att fullständigt hämma tillväxten av *Lenzites sepiaria* behövdes i maltextraktagar en tillsats av mer än 50 % av eterlöslig harts (från *Pinus palustris*). I tallkärnveden finnas emellertid specifika acetonlösliga hartsbeståndsdelar av fenolkaraktär, *pinosylvlin* och *pinosylvlinmonometyleter*, vilka isolerats av ERDTMAN (1939). Emot rötsvampar ha dessa substanser i agarsubstrat en mycket stark toxisk effekt (RENNERFELT 1943 a och b).

I klotsförsök med rötsvampar har visats, att olika rötsvampar ha olika förmåga att angripa tallkärnveden (LIESE 1928, BJÖRKMAN 1944, ERDTMAN och RENNERFELT 1944). En del arter angripa kärnveden i nästan samma utsträckning som splintveden, medan andra blott med svårighet eller knappast alls kunna utnyttja kärnveden som näringssubstrat.

Beträffande blåytesvamparna förefaller knappast någon sådan differentiering att finnas. Jag har varken själv träffat på blåyta på tallkärnved eller i litteraturen kunnat finna uppgifter härom. I grankärnved ha LAGERBERG, LUNDBERG och MELIN (1927) vid ett enda tillfälle observerat en blåytesvamp, nämligen *Hormodendrum microsporum*. Förekomsten av blåyta på kärnved förefaller alltså att vara mycket sällsynt.

A. Försök i maltextraktagar.

I orienterande syfte ha försök över pinosylvinsubstansernas giftighet emot blåytesvampar i maltextraktagar utförts. Därvid har samma metodik använts, som då samma ämnens toxicitet gentemot rötsvamparna studerades (RENNERFELT 1943 b).

Försöken ha utförts på följande svampar:

Cladosporium herbarum Link

Ophiostoma sp.

Phialophora fastigiata (Lagerberg et Melin) Conant

Phoma lignicola Rennerfelt

Pullularia pullulans (de Bary et Löw) Berkh.

Stemphylium graminis (Cda) Bon.

Tab. 1. Inverkan av pinosylvin på myceltillväxten av *Phialophora fastigiata*. T = 22° C.
Influence of pinosylvine on the mycelial growth of *Phialophora fastigiata*. T = 22° C.

% Pinosylvin Pinosylvine	mm tillväxt efter ... dagar mm growth after ... days					
	3	6	8	10	13	17
—	1	6	8	13	18	24
0,02	—	—	—	—	—	—
0,01	—	1	3	4	5	7
0,005	1	3	5	6	9	14
0,002	2	5	8	11	16	21
0,001	1	6	9	12	16	22

Det har härvidlag visat sig, att ifrågavarande ämnen i stort sett ha samma giftverkan på blåytesvampar som på rötsvampar. Tabellerna 1 och 2 visar deras hämmande verkan på myceltillväxten hos *Phialophora fastigiata*. I fråga om pinosylvin (tab. 1) har fullständig hämning endast ägt rum i en

Tab. 2. Inverkan av pinosylvinmonometyleter på myceltillväxten av *Phialophora fastigiata*. T = 22° C.

Influence of pinosylvinmonomethyl ether on the mycelial growth of *Phialophora fastigiata*. T = 22° C.

% Pinosylvinmono- metyleter Pinosylvinmonomethyl ether	mm tillväxt efter ... dagar mm growth after ... days					
	3	6	8	10	13	17
—	2	7	9	12	17	24
0,02	—	1	3	5	8	11
0,01	—	1	2	4	7	10
0,005	+ ¹	1	2	4	8	12
0,002	1	2	3	5	9	14
0,001	2	4	5	9	12	18

¹ Tillväxt på ympen.

0,02 %-ig lösning. Vid lägre koncentration blir myceltillväxten mindre hämmad, men den når ej ens vid den svagaste koncentrationen, 0,001 % pinosylvin, fullt samma värde som i agar utan tillsats.

Pinosylvinmonometyleter (tab. 2) synes i mycket svag lösning, 0,001—0,005 %, ha en något starkare toxisk effekt än pinosylvin. Vid starkare koncentration däremot, 0,01—0,02 %, är dess giftighet något mindre, vilket väl torde sammanhånga med att ämnet är mera svårslösligt än pinosylvin.

I tabellerna 3 och 4 ha resultaten av försök med sex olika blåytesvampar sammanställts. Tillväxten i jämförelsesubstratet, maltextraktagar med 1 % alkohol, har satts = 100. Det framgår av tab. 3, att fullständig hämning i pinosylvinhaltig agar erhållits i fråga om *Phialophora fastigiata*, *Phoma lignicola* och *Pullularia pullulans* i 0,02 %-ig lösning. Hos de två sistnämnda svamparna hade mycelet dödats i agarn, medan det hos *Phialophora fastigiata* växte ut efter överföring till maltextraktagar, som ej innehöll pinosylvin. Anmärkningsvärd är den ringa hämningen hos *Ophiostoma*-arten.

Tab. 3. Den relativa tillväxten av blåytesvampar i agar, innehållande pinosylvin. Försök i provrör vid 22° C.

Relative growths of blueing fungi in agar containing pinosylvine. Experiments in test-tubes at 22° C.

Svampar Fungi	1 % alko- hol ethyl alcohol	% Pinosylvin % Pinosylvine					Antal försöks- dagar Duration of experi- ment in days
		0,02	0,01	0,005	0,002	0,001	
<i>Cladosporium herbarum</i>	100	3	44	66	70	89	17
<i>Ophiostoma</i> sp.	»	60	72	81	84	86	17
<i>Phialophora fastigiata</i>	»	(+) ²	29	58	87	92	17
<i>Phoma lignicola</i>	»	— ¹	2	12	73	82	17
<i>Pullularia pullulans</i>	»	—	4	43	89	102	17
<i>Stemphylium graminis</i>	»	3	17	40	66	99	10

¹ Ympen död efter överflyttning till maltextraktagar.

² Ympen levande efter överflyttning till maltextraktagar.

Tab. 4. Den relativa tillväxten av blåytesvampar i agar, innehållande pinosylvinmonometyleter. Försök i provrör vid 22° C.

Relative growths of blueing fungi in agar containing pinosylvinmonomethyl ether. Experiments in test-tubes at 22° C.

Svampar Fungi	1 % alko- hol ethyl alcohol	% Pinosylvinmonometyleter % Pinosylvinmonomethyl ether					Antal försöks- dagar Duration of experi- ment in days
		0,02	0,01	0,005	0,002	0,001	
<i>Cladosporium herbarum</i>	100	8	20	21	24	54	17
<i>Ophiostoma</i> sp.	»	70	85	87	87	95	17
<i>Phialophora fastigiata</i>	»	46	42	50	58	75	17
<i>Phoma lignicola</i>	»	10	7	14	14	80	17
<i>Pullularia pullulans</i>	»	13	12	16	27	72	17
<i>Stemphylium graminis</i>	»	5	8	14	26	71	13

Utvecklingen i agar med tillsats av pinosylvinmonometyleter är i stort sett densamma som i pinosylvinhaltig agar, men giftverkan är svagare (tab. 4). Icke någon av de undersökta svamparna hämmades fullständigt. Största motståndskraften uppvisade *Ophiostoma*-arten och *Phialophora fastigiata*, medan de övriga svamparna hämmades avsevärt i de starkare lösningarna, 0,005—0,02 %.

Blåytesvamparna förhålla sig alltså till dessa substanser på ungefär samma sätt som röttsvamparna. De senare äro dock i agarsubstrat något känsligare. Icke hos någon röttsvamp förekom mätbar tillväxt i 0,02 %-ig pinosylvinlösning, och ett flertal röttsvampar dödades genom inverkan av 0,01 %-ig pino-

Tab. 5. Den relativa tillväxten av blåytesvampar i agar, innehållande fenol.

Försök i provrör vid 22° C.

Relative growths of blueing fungi in agar containing phenol. Experiments in test-tubes at 22° C.

Svampar Fungi	1 % alko- hol ethyl alcohol	% Fenol % Phenol					Antal för- söks- dagar Duration of experiment in days	fenol- tal ³ Phenol number
		0,2	0,1	0,05	0,02	0,01		
<i>Cladosporium herbarum</i>	100	— ¹	—	(+) ²	14	92	13	—
<i>Ophiostoma</i> sp.	»	—	(+)	(+)	36	95	13	—
<i>Phialophora fastigiata</i>	»	—	(+)	17	73	95	13	5
<i>Phoma lignicola</i>	»	—	—	6	52	95	13	5
<i>Pullularia pullulans</i>	»	—	—	12	61	94	13	5
<i>Stemphylium graminis</i>	»	(+)	(+)	14	67	97	10	—

¹ och ², se tab. 3.

³ Gäller för pinosylvin.

sylvin. Flera röttsvampar hämmades fullständigt även av 0,02 %-ig pinosylvinmonometyleter-lösning (RENNERFELT 1943 b).

I tabell 5 har inverkan av fenol på blåytesvamparnas tillväxt sammanställts. Agar, innehållande 0,1 % fenol, har fullständigt hämmat alla de undersökta svamparna, och efter två veckor voro ett par mycel döda, medan några växte ut efter överföring till oförgiftad maltextraktagar. I en 0,05 %-ig lösning hämmades blåytesvamparna avsevärt, betydligt kraftigare än röttsvamparna i motsvarande koncentration.

Fenoltalet för pinosylvin har endast kunnat bestämmas för ett par av de undersökta blåytesvamparna. Det uppgår i alla tre fallen till 5, alltså mindre än hos röttsvamparna, där det belöpte sig till 5—20.

B. Försök på ved.

I. Metodik.

a. Impregnering av klotsarna.

Till försöken användes klotsar av tallsplintved, utsågade ur samma fyrkantstav (fig. 1). Klotsarna voro 27×27 mm i fyrkant och 7 mm tjocka. I serier om 18 st. impregnerades dessa klotsar med alkoholisk pinosylvin- resp. pinosylvinmonome-

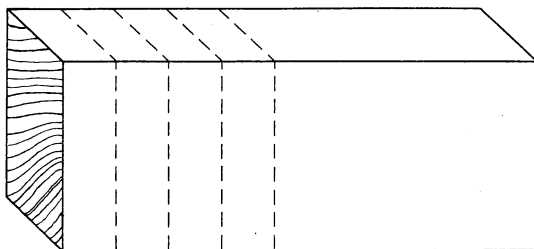


Fig. 1. Tillsågning av klotsar ur en trästav.
The cutting of blocks from a wooden lath.

tylerlösning. För att underlätta inträngandet av lösningen utfördes impregneringen i ett evakueringskärl. Genom evakuering avlägsnades luften ur klotsarna, varefter lösningen tillsattes. För att uppnå en jämn och fullständig impregnering

Tab. 6. Uptagningen av pinosylvin och pinosylvinmonometyleter ur alkoholisk lösning.

Taking up of pinosylvine and pinosylvinemonomethyl ether from alcoholic solution.

Abs. torrsvikt hos 18 klotsar Absolute dry weight of 18 blocks g.	Impregne- ringsmedel Impregnation medium	mg substans pr ml alkohol mg. Substance per ml. alcohol	Upptagen mängd alkohol Amount of alcohol taken up ml	Kärnfenoler i veden Heartwood phenols in the wood	
				mg	%
31,8	{ pino- syl- vin }	3	50,9	153	0,48
31,8		6	50,6	304	0,96
31,8		9	49,0	441	1,39
30,9	{ pinosylvin- mono- metyleter }	3	48,3	145	0,47
32,0		6	50,5	303	0,95
31,9		9	49,6	446	1,40

fingo klotsarna ligga kvar i lösningen under 24 timmar. Genom vägning av klot-sarna före och omedelbart efter impregneringen kunde den absorberade mängden pinosylvin erhållas och beräknas i procent av vedens absoluta torrsvikt. Som fram-går av tabell 6, var upptagningen av de båda ämnena mycket jämn och propor-tionell. Efter impregneringen torkades klotsarna några dagar i fria luften.

b. Infektion av klotsarna.

Till försöken ha använts några av de förut omnämnda svamparna, nämligen *Cladosporium herbarum*, en *Ophiostoma* sp., *Phialophora fastigiata* och *Stemphylium graminis*.

Cladosporium herbarum är en av de vanligaste blåytesvamparna, särskilt på sågat virke. Mycelet bildar ett kraftigt missfärgande pigment och avsnör i stora mängder konidier, som ge svampkolonierna en mörkgrön färg.

Ophiostoma-arten har ej kunnat identifieras, enär den icke har utbildat perithecier. Av vegetativa förökningsstadier har den konidier av *Cephalosporium*-typ och grafier. Då mycelet i sig självt hos denna art är föga pigmentbildande, har missfärgningen på klotsarna i allmänhet varit av ringa storleksordning.

Phialophora fastigiata är en vanlig blåytesvamp. På klotsarna har den förorsakat en kraftig missfärgning i huvudsakligen gråbrun färgton.

Som fjärde svamp har valts *Stemphylium graminis*¹. Den till försöken använda kulturen har isolerats ur våt slipmassa, där den vid några tillfällen påträffats i enstaka individ. På ved framkallar den en ytterst intensiv missfärgning redan efter en à två veckor. Färgen kan vid kraftig utveckling av svampen vara nästan svart. Som blånadssvamp på virke torde den dock på grund av sin sällsynthet vara av underordnad betydelse.

För infektionen av klotsarna gjordes sporsuspensioner i ordning, innehållande ca en million sporer pr ml lösning. På grund av svårigheten att erhålla tillräckligt med spormaterial innehöll dock *Stemphylium*-suspensionen ej mer än ca 100 000 sporer pr ml.

De vid 120° C i torkskåp steriliserade klotsarna doppades först i varmt vatten under 10 sekunder och sedan i sporsuspensionerna under ytterligare 10 sekunder. Klotsarnas vattenhalt blev på så sätt i splintveden 60 à 70 % och i kärnveden 35 à 40 % (beräknat på vedens abs. torrsvikt). Detta är tillräckligt för att möjliggöra en utveckling av svamparna, men i fråga om kärnveden börjar dock vattenhalten närma sig den nedre gränsen för en god svamputveckling. Klotsarna lades därefter på särskilda triangelformade glasstöd i stora petriskålar, klädda med fuktat filterpapper. I varje skål lades 16 st. klotsar, samtliga infekterade med samma svamp. Av varje försök gjordes fyra upprepningar.

Som kontroll på svamputvecklingen infekterades naturlig splint- och kärnved med resp. svampar och behandlades i övrigt på samma sätt som de impregnerade klotsarna. Det är naturligtvis icke möjligt, att genom impregnering på det enkla sätt, som nyss beskrivits, omvandla splintved till en produkt, som är identisk med naturlig kärnved. En viss uppfattning om pinosylvinsubstansernas betydelse för svamputvecklingen bör emellertid kunna erhållas.

Efter 3 veckors kultur vid 22° C avslutades försöket, och en okulär bedömning av blånaden gjordes. Denna bedömning gjordes med hänsyn till utvecklingen på ändträet, som hos dessa klotsar utgjordes av en yta om 27 × 27 mm. Svamparna utvecklades här med ett ytligt, luddigt mycel, och färgen gick huvudsakligen i grå eller bruna nyanser, ofta med en dragning i grönt. Den blåaktiga färgton, som vanligen framträder, när svamphyferna växa inne i veden, och som givit upphov till namnet blåyta, kom icke till synes vid kultur på detta sätt.

En dylik okulär uppskattning av blånaden måste emellertid anses i hög grad otillfredsställande både vad tillförlitlighet och framför allt nyansering beträffar. Resp. svampars förmåga att bilda olika mängd pigment kommer ej heller till uttryck på detta sätt. Klotsar, som äro kraftigt angripna av *Stemphylium graminis*, äro nästan sotsvarta, medan klotsar helt bevuxna med *Ophiostoma*-arten, äro ljus grå. Båda svamparna ha utvecklats maximalt, men missfärgningen av veden

¹ Kulturen identifierad av C. B. S.

är i det förra fallet många gånger större än i det senare. Det vore i hög grad önskvärt att få en objektiv metod för mätning av missfärgningens styrka, en metod, där graden av blånad kunde givas ett siffervärde. I nästa avsnitt skall ett försök till en dylik mätning av blånadens intensitet närmare beskrivas.

c. Mätning av blånadens intensitet.

Ur teoretisk synpunkt är mätning av färgers valör och intensitet ett komplicerat fysikaliskt problem, och en enkel metod att exakt bestämma dessa storheter finnes icke. Ett flertal apparater, särskilt lämpade för driftskontroll o. dyl., ha emellertid konstruerats. Konstruktionen grundar sig på den principen, att ljuset från en lampa riktas mot det prov, som skall undersökas. Från provet reflekteras ljuset till en fotocell, och den däri alstrade elektriska strömmen påverkar en galvanometer. Av storleken på galvanometerutslaget kan färgstyrkan uträknas.

En del orienterande färgmätningar på missfärgade träklotsar utfördes på Cellulosaindustriens Centrallaboratorium med en apparat, som tillverkas av General Electric, U. S. A., under namnet »Reflection Meter» (HUNTER 1935). Själva mätningen, vars detaljer här icke skola närmare beröras, grundar sig på provets jämförelse med magnesiumkarbonat, vars »vithet» har satts = 100. Ju närmare 100 galvanometerutslaget ligger, desto vitare är således provet.

Apparaten är utan särskild kalibrering användbar för s. k. vithetsmätning av papper, cellulosa o. dyl., där det huvudsakligen är fråga om olika nyanser av gult till vitt. Även för trä, som ej är missfärgat på något vis, torde apparaten giva användbara resultat.

Vid mätning av vedklotsar, som voro kraftigt missfärgade av blåta, visade det sig emellertid, att galvanometerutslaget icke blev proportionellt emot pigmentmängden. För att kunna använda apparaten för mätning av de betydligt mörkare färger, som uppträda vid blånad, var det därför nödvändigt att kalibrera galvanometerutslagen medelst prov med känd pigmenthalt.

Tillvägagångssättet härvidlag var följande: Av vedpulver (splint och kärna av tall) och en blandning av djurkol och pulvrerade färska granbarr (en del kol och två delar granbarr) tillverkades små briketter, innehållande sammanlagt 3 g torrsubstans. Vedpulvret och pigmentblandningen blandades noga, varefter till två delar av denna blandning sattes en del av ett färglöst lim (Casco MC 378). Massan infördes sedan i en liten brikettpress av förnicklat järn och pressades vid konstant tryck under 15 minuter och vid 70° C. På detta sätt tillverkades en serie briketter, 30 mm i diameter och ca 5 mm tjocka, med växlande proportioner vedpulver och pigment. Färgskalan, som någorlunda skulle representera ett genomsnitt av den färg, som blåyteangripen ved erhåller, gick från träets färg över grått och grågrönt till nästan svart. Av tabell 7 framgår briketternas sammansättning, galvanometerutslag (medeltal av tre—fyra briketter) m. m.

Vithetsmätaren är försedd med en serie filter. För att kompensera träets egenfärg visade det sig lämpligt att använda filter nr 7 vid mätningen. Detta filter är gulrött och absorberar ljus i ett begränsat område med tyngdpunkten vid 610 $\mu\mu$. Med detta filter erhöles de högsta värdena för briketter, tillverkade av enbart vedpulver, och för ej infekterade vedklotsar.

Som synes av tabell 7, kolumn 3, innehåller den starkast färgade briketten tusen gånger mera pigment än briketten med den minsta tillsatsen av pigment. Vid mätning av dessa briketter erhöles de galvanometerutslag, som angivits i

kolumn 6 i tabellen. För att få enklare tal att räkna med, har galvanometerutslaget för brikett nr 17 (innehållande endast vedpulver) satts = 100 och värdena för de övriga briketterna omräknats i förhållande till detta tal (kolumn 7). I kolumn 8 slutligen ha dessa värden subtraherats från 100.

Värdena i denna kolumn ha satts av på y-axeln i ett koordinatsystem. På x-axeln ha logaritmerna för relativa pigmentmängden i resp. briketter (kolumn 5)

Tab. 7. Pigmentinnehåll, galvanometerutslag m. m. hos briketter för färgmätning. Mätning med filter nr 7.

Pigment contents, galvanometer deflections etc. for briquettes for colour measurements. Measurements with filter No. 7.

1	2		3	4	5	6		7	8
Nr No.	Pigmentblandning Pigmentmixture Viktsdelar Parts by weight		Relativ pigment- mängd Relative quantities of pigment nr 16 = 1 No. 16 = 1	Förh. mellan ved. o. pigment Ratio of wood and pigment	Log relativ pigment- mängd Log. relative quantity of pigment	Galvanometer- utslag Galvanometer deflections		100-a	
	vedpulver wood flour	kol + barr charcoal + needles				avläst read	omräknat reduced a (nr 17 = = 100)		
1	2	2	1 000	1	3,0000	6,6	7,6	92,4	
2	2	1	500	2	2,6990	6,0	6,9	93,1	
3	2	0,5	250	4	2,3979	12,3	14,1	85,9	
4	2	0,3	150	6,7	2,1761	14,8	17,1	82,9	
5	2	0,2	100	10	2,0000	22,6	25,9	74,1	
6	2	0,15	75	13	1,8751	23,7	27,2	72,8	
7	2	0,10	50	20	1,6990	26,6	30,6	69,4	
8	2	0,05	25	40	1,3979	38,6	44,4	55,6	
9	2	0,04	20	50	1,3010	40,3	46,3	53,7	
10	2	0,03	15	67	1,1761	50,5	58,0	42,0	
11	2	0,02	10	100	1,0000	55,6	65,0	35,0	
12	2	0,01	5	200	0,6990	66,7	76,6	23,4	
13	3	0,01	3,3	300	0,5185	71,6	82,2	17,8	
14	4	0,01	2,5	400	0,3979	72,7	83,5	16,5	
15	5	0,01	2	500	0,3010	78,0	89,6	10,4	
16	10	0,01	1	1 000	0,0000	85,0	97,6	2,4	
17	10	0	0			87,0	100,0	0,0	

satts av, varvid den på fig. 2 avbildade kurvan erhållits. De punkter, som representeras av briketter, innehållande en relativ pigmentmängd från 1 till 150 ligga tämligen väl samlade på en rät linje. Vid ännu högre pigmentmängd är icke utslaget proportionellt emot log för relativa pigmentmängden.

Pigmenthalten hos de missfärgade klotsarna har erhållits på följande sätt. Klotsarna ha mätts med filter nr 7, och galvanometerutslaget, uträknat enligt kolumn 8 i tabell 7, har prickats av på kurvbladet. Det däremot svarande logaritmvärdet har avlästs och omräknats i pigmentmängd. I regel ha värdena legat någonstades på den raka delen av kurvan, pigmentmängden har alltså legat mellan 1 och 150. Detta värde är naturligtvis icke någon fixerad faktor utan helt beroende på det i briketterna ingående pigmentets natur.

Som lämplig beteckning för missfärgningen föreslås namnet pigmentenhet (p.e.). En p.e. motsvarar därvid den pigmentmängd, som innehålls i en brikett,

tillverkad av en blandning bestående av 10 g vedpulver och 0,01 g djurkol + granbarr (enligt nr 16, kolumn 2 och 3 i tab. 7). En klots, som vid mätningen får värdet 20 på relativa pigmentmängden, innehåller sålunda 20 p.e. Blåytesvampen har i detta fall förorsakat en missfärgning av veden av samma storleksordning, som om 2 g vedpulver blandas med 0,04 g. djurkol + granbarr. I briketten är förhållandet mellan ved och pigment i detta fall = 50 (kolumn 4 i tab. 7). I vedklotsen kan förhållandet givetvis vara ett helt annat, beroende på sammansättningen och styrkan hos det av svampen producerade pigmentet. Tyvärr är vår

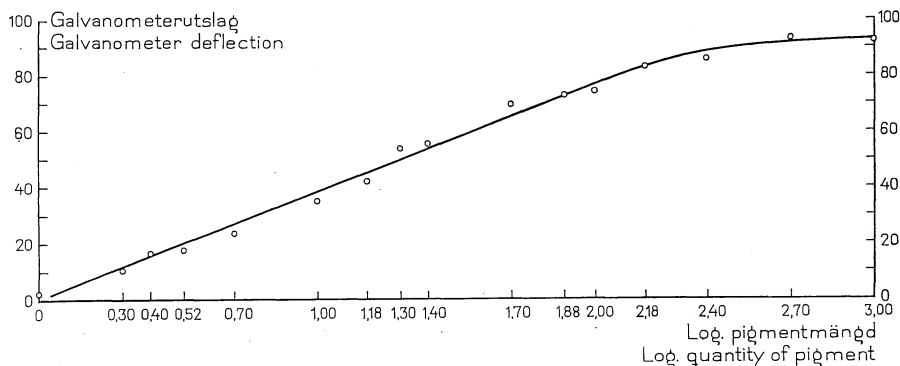


Fig. 2. Kurva utvisande sambandet mellan galvanometerutslag och log pigmentmängd.
Graph showing the correlation between galvanometer deflection and log. quantity of pigment.

kunskap om svampfärgämnenas kemi och fysiologi ytterst obetydlig. Uppgifter om blåytesvamparnas pigment saknas helt och hållet (KLEIN 1932).

Det är emellertid föga troligt, att blåytesvamparnas pigment är av enhetlig natur. Färgen hos olika blåytesvampar uppvisar många olika nyanser i brunt, grönt, grågrönt och nästan svart. De utförda mätningarna ha gjorts med briketter innehållande ett slag av pigment. Ursprungligen var avsikten den att tillverka briketter, som i färg så noga som möjligt överensstämde med den färg, som de olika blåytesvamparna gav åt träet. Av tekniska skäl har detta icke kunnat genomföras. Dels är det mycket svårt att framställa en färgblandning, som har exakt samma nyans som vedprovet, dels är det ej heller säkert, att en och samma blåytesvamp under alla förhållanden utbildar ett enhetligt pigment. På splintved t. ex. kan pigmentet utgöras av flera färgämnen, medan på kärnved, där missfärgningen är ytterst obetydlig, kanske endast ett pigment utbildas. Icke ens hos samma svamp är det sålunda säkert, att brikettserier, framställda av samma pigmentblandning, skulle exakt motsvara pigmentförekomsten hos svampen under olika förhållanden.

Även om alltså en viss generalisering har ägt rum vid mätningen, torde ändå användbara resultat uppnås. Om en blåyteangripen klots placerades intill den brikett, som närmast överensstämde i färg för ögat, visade det sig, att galvanometerutslagen för klotsen resp. briketten i regel också lågo i närheten av varandra.

Mätningresultatet är i hög grad beroende på att briketterna äro riktigt tillverkade. Vägningsfel vid tillblandningen och något olika tryck vid pressningen av briketterna kan medföra, att serien icke blir så jämn som önskvärt vore. Som

Tab. 8. Galvanometerutslagets variation hos briketter för pigmentmätning.

Mätning med filter nr 7.

Variation of galvanometer deflection with briquettes for pigment measurement. Measurements with filter No. 7.

Brikett nr Briquette No.	Relativ pigment- mängd Relative quantity of pigment	Galvano- meter- utslag Galvanometer- deflection	Medeltal Mean value
3 a	250	12,3	12,3
b		12,4	
c		12,6	
d		12,0	
7 a	50	26,6	26,6
b		27,4	
c		25,8	
13 a	3,3	69,5	71,6
b		72,6	
c		72,3	
d		71,8	

synes av uppställningen i nedanstående tabell, förekomma även små variationer i galvanometerutslaget hos parallellproven.

Även andra felkällor förekomma. Träet i sig självt har icke alltid samma färg. Den växlar icke blott med olika träslag utan även med splint och kärna. Icke ens bitar, utsågade efter varandra ur samma stav, uppvisa samma värden. Det kan bero på olika ådring hos klotsarna och även på ojämnheter i ytan. En glatt yta reflekterar ljuset på ett annat sätt än en skrovlig. I tabell 9 ha mätresultaten av ett antal klotsar av tall och gran, av båda slagen splint och kärna, sammanställts. Tallkärnveden är mörkast. Splintved av tall resp. gran har givit nästan samma värden, medan grankärnveden är ljusast. Lika ljusa äro briketterna av vedpulver. De individuella olikheterna äro i allmänhet små, men särskilt hos kärnveden förekomma en del oregelbundenheter i utslagen, sannolikt betingade av att procenten höstved icke varit densamma i de olika klotsarna. Vedpulverbriketterna äro jämnast, sannolikt beroende på att årsringarna där äro eliminerade.

Liknande variationer i färgstyrkan förekomma även hos de svampinfekterade klotsarna. Följande exempel (tabell 10) må illustrera detta.

Vid utförandet av mätningarna har galvanometerutslaget avlästs med en decimal; medeltalet av de fyra parallellerna har dock angivits som helt tal i de efterföljande tabellerna (utom när värdet understiger 10).

Som synes av tab. 9, är färgvärdet på briketter av vedpulver i allmänhet något högre än färgvärdena på ej infekterade klotsar. För att icke pigmentvärdet på angräpnade klotsar skall bli för stort, har en korrigering för denna skillnad mellan vedpulverbrikettens och de oinfekterade klotsarnas färgvärde företagits. Denna skillnad är i de flesta fall mycket obetydlig. För splintved uppgår den i regel till 1 à 2 p.e., i fråga om kärnved har skillnaden varit något större, 2 à 3 p.e.

Tab. 9. Galvanometerutslagets variation hos ej infekterade klotsar av tall och gran. Mätning med filter nr 7.

Variation of galvanometer deflection for uninfected blocks of pine and spruce. Measurements with filter No. 7.

Vedslag Kind of wood	Galvanometer- utslag Galvanometer deflection	Medeltal Mean value
Tallsplint	83,5	82,0
Pine sapwood	81,2	
	82,1	
	82,6	
	80,6	
Tallkärna	72,8	75,3
Pine heartwood	83,4	
	74,6	
	74,6	
	71,3	
Gransplint	82,8	81,9
Spruce sapwood	82,3	
	83,2	
	80,1	
	81,2	
Grankärna	82,9	87,6
Spruce heartwood	83,3	
	91,1	
	88,5	
	92,1	
Brikett av vedpulver..... (tallsplint + tallkärna)	86,6	87,8
	88,2	
	88,5	

Tab. 10. Galvanometerutslagets variation hos klotsar, infekterade med *Phialophora fastigiata*. Mätning med filter nr 7.

Variation of galvanometer deflection for blocks infected with *Phialophora fastigiata*. Measurements with filter No. 7.

Ved Wood	Galvanometer- utslag Galvanometer deflection	Medeltal Mean value
oimpregnerad splint.....	28,2	32,1
not impregnated sapwood	32,5	
	33,0	
	34,6	
impregnerad med 1,4 % pino- sylvinmonometyleter	54,5	56,1
impregnated sapwood	54,2	
	56,8	
	59,0	

2. Blåytesvamparnas tillväxt på ved av olika slag.

a. Tillväxt vid olika kärnfenolkoncentration.

Med den metodik, som beskrivits under impregnering i föregående avsnitt, ha splintvedsklotsar innehållande pinosylvin och pinosylvinmonometyleter framställts (tab. 6). Klotsarna ha därefter infekterats med de förut omnämnda blåytesvamparna, och deras utveckling på dessa klotsar har jämförts med svamputvecklingen på klotsar av naturlig splint och kärna. I tab. 11—14 ha resultaten av dessa försök sammanställts.

Tab. 11. Pigmentbildningen hos *Cladosporium herbarum* på ved av olika slag.
Försökstid 3 veckor vid 20° C.

The production of pigment in *Cladosporium herbarum* on wood of different kinds. Duration of experiment: 3 weeks at 20° C.

Vedslag Kind of wood	Konc. Conc. %	Galvano- meterutslag Galvanometer deflection	100-a ¹	Pigmenten- heter (p.e.) ² Pigment units (p.e.)
naturlig splint.....	—	36	59	33
» kärna.....	1,36 ³	71	18	0,8
ved impregnerad med pino- sylvin.....	0,48 0,96 1,39	60 61 63	31 30 28	5,1 4,8 4,0
ved impregnerad med pino- sylvinmonometyleter.....	0,47 0,95 1,40	61 67 74	30 23 15	4,8 2,6 1,1

¹ vedpulverbrikett med galvanometerutslag 87 = 100 (jfr tab. 7).

² för splintvedsklotsar har avdragits 1,4 och för kärnvedsklotsar 2,2 p.e.

³ beräknat som pinosylvin.

Tab. 12. Pigmentbildningen hos *Ophiostoma* sp. på ved av olika slag.
Försökstid 3 veckor vid 20° C.

The production of pigment in *Ophiostoma* species on wood of different kinds. Duration of experiment: 3 weeks at 20° C.

Vedslag Kind of wood	Konc. Conc. %	Galvano- meterutslag Galvanometer deflection	100-a	Pigment- enheter Pigment units
naturlig splint.....	—	58	33	6,0
» kärna.....	1,36	71	18	0,8
ved impregnerad med pino- sylvin	0,48 0,96 1,39	69 68 72	21 22 17	2,2 2,3 1,2
ved impregnerad med pino- sylvinmonometyleter.....	0,47 0,95 1,40	63 67 74	28 23 15	4,0 2,6 1,1

Tab. 13. Pigmentbildningen hos *Phialophora fastigiata* på ved av olika slag.
Försökstid 3 veckor vid 20° C.

The production of pigment in *Phialophora fastigiata* on wood of different kinds. Duration of experiment: 3 weeks at 20° C.

Vedslag Kind of wood	Konc. Conc. %	Galvano- meterutslag Galvanometer deflection	100-a	Pigment- enheter Pigment units
naturlig splint.....	—	36	59	33
» kärna.....	1,36	69	21	1,4
ved impregnerad med pino- sylvn.....	0,48	43	51	21
	0,96	47	46	15
	1,39	53	39	9,1
ved impregnerad med pino- sylvnmonometyleter.....	0,47	47	46	15
	0,95	48	45	14
	1,40	55	37	7,9

Tab. 14. Pigmentbildningen hos *Stemphylium graminis* på ved av olika slag.
Försökstid 3 veckor vid 20° C.

The production of pigment in *Stemphylium graminis* on wood of different kinds. Duration of experiment: 3 weeks at 20° C.

Vedslag Kind of wood	Konc. Conc. %	Galvano- meterutslag Galvanometer deflection	100-a	Pigment- enheter Pigment units
naturlig splint.....	—	24	72	75
» kärna.....	1,36	72	17	0,6
ved impregnerad med pino- sylvn.....	0,48	55	37	7,9
	0,96	58	33	6,0
	1,39	66	24	2,9
ved impregnerad med pino- sylvnmonometyleter.....	0,47	49	44	13
	0,95	59	31	5,1
	1,40	71	18	1,6

Antalet p.e. har även åskådliggjorts grafiskt i fig. 3 a—d. Ur dessa tabeller och figurer kan åtskilligt av intresse utläsas. Hos samtliga svampar är splintveden mest missfärgad, men blånadsintensiteten är hos olika svampar mycket olika utbildad. Minst är den hos *Ophiostoma*-arten med endast 6.0 p.e och störst hos *Stemphylium graminis* med 75 p.e. *Cladosporium herbarum* och *Phialophora fastigiata* ha missfärgat veden lika kraftigt. Antalet p.e. uppgår till 33.

Genomgående för alla fyra svamparna är deras ytterst obetydliga förmåga att angripa kärnveden. Särskilt påfallande är den stora skillnaden i missfärgning av splint och kärna, infekterad med *Stemphylium graminis* (fig. 3 d). Den största missfärgningen av kärnved har förorsakats av *Phialophora fastigiata*. Den uppgår dock ej till mer än 1,4 p.e.

Om de klotsar, som impregnerats med pinosylvn och pinosylvnmonometyleter, närmare undersökas, kunna en del intressanta iakttagelser göras. En

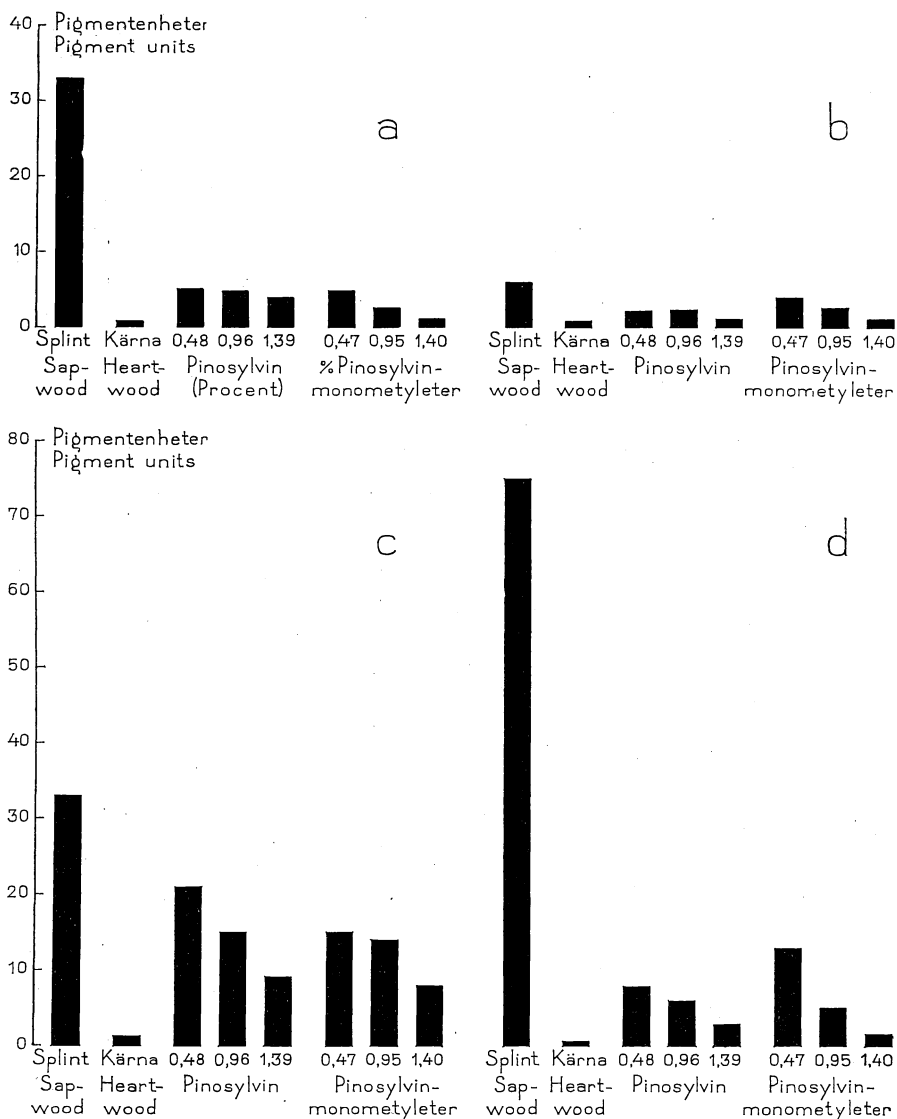


Fig. 3. a) *Cladosporium herbarum*: pigmentbildningen på splint- och kärnved av tall och på splintved impregnerad med olika mängd av pinosylvin och pinosylvin-monometyleter. Försökstid 3 veckor vid 20° C.

b) *Ophiostoma sp.*, c) *Phialophora fastigiata*, d) *Stemphylium graminis*.

a) *Cladosporium herbarum*: The production of pigment on sapwood and heartwood of pine and on sapwood impregnated with different quantities of pinosylvine and pinosylvine-monomethyl ether. Duration of experiment: 3 weeks at 20° C.

b) *Ophiostoma sp.*, c) *Phialophora fastigiata*, d) *Stemphylium graminis*.

jämförelse med klotsarna av naturlig splint visar omedelbart, att impregneringen lett till en betydande minskning av missfärgningen. Svamputvecklingen är även någorlunda proportionell emot mängden av kärnfenol i veden. Sär-

skilt vackert framträder detta hos klotsarna, infekterade med *Stemphylium graminis*.

Beträffande kärnfenolernas verkan gentemot de olika svamparna visar det sig, att *Cladosporium herbarum* och *Stemphylium graminis* ha hämmats i avsevärd grad, medan *Phialophora*-infekterade klotsar blivit ganska kraftigt missfärgade. Även *Ophiostoma*-arten har tillväxt förhållandevis bra på de impregnerade klotsarna, ehuru pigmentbildningen genomgående är svag.

En ganska god överensstämmelse mellan klotsförsöken och försöken i agar synes råda. *Ophiostoma* sp. var i agar den mest motståndskraftiga svampen, och även *Phialophora fastigiata* tålde mera än de övriga svamparna (tab. 3 och 4). Liksom i fråga om rötsvampar ligger dock kärnfenolernas hämningsvärde i agar vid en avsevärt mycket lägre koncentration än i ved.

En blick på diagrammen i fig. 3 a—d visar ännu ett viktigt förhållande. Icke i något fall har den impregnerade splintveden kunnat bjuda svamparna lika stort motstånd som den naturliga kärnveden. Vedmaterialet härstammade från Tönnersjöhedens försökspark, Halland, och halten av fenoler i kärnveden utgjorde enligt analyser utförda vid Cellulosaindustriens Centrallaboratorium 1,36 % (beräknat som pinosylvin). Enligt undersökningar av ERDTMAN torde dock denna substans vanligen icke utgöra mer än ca 30 % av kärnfenolerna (ERDTMAN och RENNERFELT 1944). Splintved, innehållande 1,4 % av det starkt fungicida pinosylvinet, borde därför vara giftigare för svamparna än den naturliga kärnveden.

Kärnvedens resistens emot blåyta beror dock säkerligen ej blott på själva förekomsten av dylika substanser, utan även det sätt, varpå dessa och ev. andra hartsbeståndsdelar äro inlagrade i kärnveden, torde ha stor betydelse. Genom undersökningar av HÄGGLUND, HOLMBERG och JOHNSON (1936) och ERDTMAN (1943) har visats, att cellväggarna i kärnveden troligen äro inklädda i tunna skikt av olika hartsbeståndsdelar, för vilkas extraktion olika lösningsmedel äro erforderliga. Pinosylvinsubstanserna gå sålunda icke att direkt lösa ut med eter, varmed annars det mesta av hartsbeståndsdelarna kan extraheras. För extraktion av kärnfenolerna måste aceton användas.

Denna fina naturliga organisation av kärnveden har ej kunnat efterliknas genom impregnering av splintved på det grova sätt, som kommit till användning i dessa försök. I den impregnerade splintveden beror blåytesvamparnas ringa utveckling utan tvivel på närvaron av kärnfenolerna. De utöva alltså även i veden en giftverkan. Så som impregneringen ägt rum, bekläda dock dessa substanser sannolikt det inre av cellväggarna och torde även delvis vara lösta i cellhåligheternas fria vatten, varigenom blåytesvamparnas hyfer under sin tillväxt komma i direkt beröring med dessa substanser.

I kärnveden däremot ligga dessa ämnen — som nyss nämnts — sannolikt

skyddade av tunna membraner. Då blåytesvamparna med sina hyfer i regel icke tränga tvärs igenom cellväggarna, komma de kanske icke i omedelbar kontakt med dessa ämnen i osårad naturlig kärnved. Då dessa ämnen emellertid äro något vattenlösliga, kan en ringa del därav finnas löst i svällningsvattnet och i det ev. förekommande fria vattnet och på så sätt motverka framträngandet av blåytesvamparna. Som framgått av maltagarförsöken, hämmar en 0,02 %-ig pinosylvinlösning blåytesvamparna mycket kraftigt. I den naturliga kärnved, som använts vid försöken, har denna kontakt mellan kärnfenolerna och svamphyferna sannolikt i viss grad underlättats därigenom att ett stort antal vedfibrer skurits tvärt av vid tillverkningen av klotsarna.

Men som påpekades redan i inledningen, beror kärnvedens stora resistens emot blåyta även på andra faktorer. De eterlösliga hartsbeståndsdelarna i kärnveden bidraga nämligen också till att försvåra blåytesvamparnas framträngande. Deras betydelse ligger dels i att de utgöra ett mekaniskt hinder för hyfernas framträngande, dels i att de försvåra vedens upptagande av vatten. Som redan tidigare omtalats, blevo de klotsar, som bestodo av naturlig kärna, vid infektionen icke lika fuktiga som splintvedsklotsarna. Detta förhållande har givetvis bidragit till att svamparna utvecklats sämre på kärnveden än på splintveden, såväl den naturliga som den impregnerade.

Till tallkärnvedens stora motståndskraft mot blåyta samverka alltså både fungicida och vattenavvisande substanser, som tillika utgöra ett mekaniskt hinder för svamphyfernas framträngande.

b. Missfärgningens beroende av tiden.

För att närmare undersöka hur snabbt missfärgningen uppträder på veden gjordes en serie klotsar i ordning, dels av naturlig splintved, dels av splint, impregnerad med 1,4 % pinosylvinmonometyleter. Dessa klotsar infekterades med *Cladosporium herbarum*, *Ophiostoma* sp., *Phialophora fastigiata* och *Stemphylium graminis* på sätt, som tidigare beskrivits. För varje svamp gjordes 16 klotsar av varje sort i ordning och med en veckas mellanrum uttogos 4 st. klotsar av varje serie ur kulturskålarna. Vid försökets avslutande funnos alltså 4 serier, som voro resp. 1, 2, 3 och 4 veckor gamla. Klotsarna mättes i vithetsmätaren, och de erhållna värdena ha sammanställts i tab. 15—18 och diagrammen på fig. 4 a—d.

Missfärgningen på klotsarna av naturlig kärnved ökar avsevärt i styrka från första veckan t. o. m. den tredje. Under den fjärde veckan däremot är ökningen mycket obetydlig. Av de olika svamparna har *Stemphylium graminis* bildat mest pigment. Redan efter en vecka hade denna svamp bildat i det närmaste lika många p.e., som *Phialophora fastigiata* efter 3 veckor. *Ophiostoma*-arten hade även denna gång missfärgat veden mycket obetydligt.

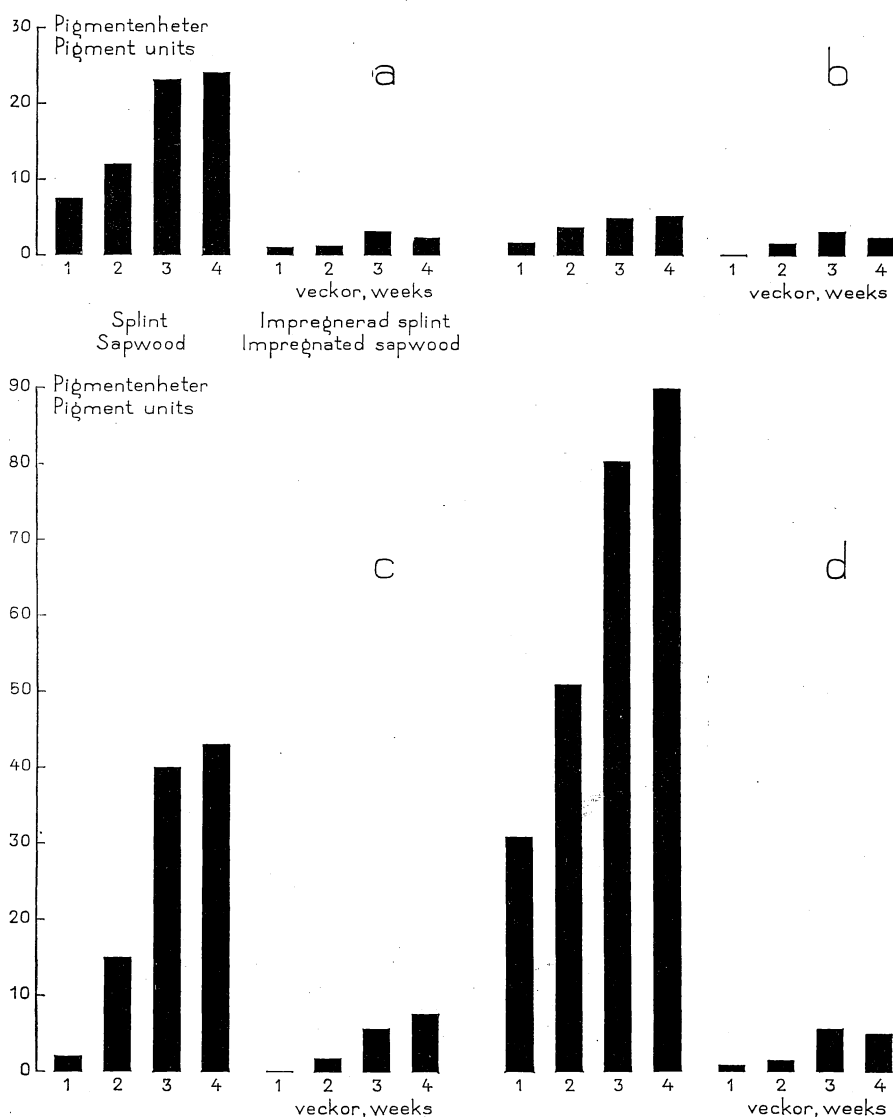


Fig. 4. a) *Cladosporium herbarum*: pigmentbildningen på splintved och på splintved impregnerad med 1,4 % pinosylvinmonometyleter. Försökstid 1—4 veckor vid 20° C.

b) *Ophiostoma* sp., c) *Phialophora fastigiata*, d) *Stemphylium graminis*.

a) *Cladosporium herbarum*: The production of pigment on sapwood and on sapwood impregnated with 1,4 per cent pinosylvinmonomethyl ether. Duration of experiment: 1—4 weeks at 20° C.

b) *Ophiostoma* sp., c) *Phialophora fastigiata*, d) *Stemphylium graminis*.

Efter 3 veckor hade *Stemphylium graminis* i denna serie bildat 84 p.e. I den föregående hade den på samma tid bildat 75 p.e. (tab. 14). *Phialophora fastigiata* hade bildat 40 resp. 33 p.e. och *Ophiostoma*-arten 4,9 resp. 6,0 p.e.

Tab. 15. Pigmentbildningen hos *Cladosporium herbarum* på naturlig resp. impregnerad splintved.

The production of pigment in *Cladosporium herbarum* on natural and impregnated sapwood.

Tid Time	Vedslag Kind of wood	Galvano- meterutslag Galvanometer deflection	100-a	Pigment- enheter Pigment units
1 vecka	naturlig splint	56	36	7,4
2 veckor		48	45	14
3 »		41	53	23
4 »		40	54	24
1 vecka	splint med 1,4 % pino- sylvnmono- metyleter	75	14	1,0
2 veckor		74	15	1,2
3 »		65	25	3,2
4 »		69	21	2,3

Tab. 16. Pigmentbildningen hos *Ophiostoma* sp. på naturlig resp. impregnerad splintved.

The production of pigment in *Ophiostoma* species on natural and impregnated sapwood.

Tid Time	Vedslag Kind of wood	Galvano- meterutslag Galvanometer deflection	100-a	Pigment- enheter Pigment units
1 vecka	naturlig splint	71	18	1,7
2 veckor		64	27	3,7
3 »		61	30	4,9
4 »		60	31	5,2
1 vecka	splint med 1,4 % pino- sylvnmono- metyleter	82	6	0,1
2 veckor		71	18	1,7
3 »		65	25	3,2
4 »		67	23	2,7

Tab. 17. Pigmentbildningen hos *Phialophora fastigiata* på naturlig resp. impregnerad splintved.

The production of pigment in *Phialophora fastigiata* on natural and impregnated sapwood.

Tid Time	Vedslag Kind of wood	Galvano- meterutslag Galvanometer deflection	100-a	Pigment- enheter Pigment units
1 vecka	naturlig splint	70	20	2,0
2 veckor		47	46	15
3 »		33	62	40
4 »		32	63	43
1 vecka	splint med 1,4 % pino- sylvnmono- metyleter	82	6	0,1
2 veckor		70	19	1,8
3 »		59	32	5,6
4 »		56	36	7,6

Tab. 18. Pigmentbildningen hos *Stemphylium graminis* på naturlig resp. impregnerad splintved.

The production of pigment in *Stemphylium graminis* on natural and impregnated sapwood.

T i d T i m e	Vedslag Kind of wood	Galvano- meterutslag Galvanometer deflection	100-a	Pigment- enheter Pigment units
1 vecka.....	naturlig splint	34	61	39
2 veckor.....		28	68	59
3 »		23	74	84
4 »		22	75	90
1 vecka.....	splint med 1,4 % pino- sylvinmono- metyleter	76	13	0,8
2 veckor.....		64	26	1,5
3 »		59	32	5,6
4 »		61	30	5,0

Hos dessa tre svampar var sålunda pigmentbildningen tämligen lika vid de två olika tillfällena. Beträffande *Cladosporium herbarum* däremot var det en ganska betydande skillnad i fråga om missfärgning. I denna serie var antalet p.e. 23 mot 33 i den föregående. Sannolikt beror detta på att kulturförhållandena av en eller annan anledning ej varit lika vid de båda tillfällena.

Tillsatsen av pinosylvinmonometyleter har genomgående inverkat starkt hämmande på svamputvecklingen. Med tiden ha dock även de impregnerade klotsarna blivit något missfärgade, starkast hos de *Phialophora*-infekterade klotsarna. Hos alla klotsarna med undantag av de *Phialophora*-infekterade har missfärgningen gått något tillbaka under den fjärde veckan. Genom tillsats av pinosylvinmonometyleter synes missfärgningen sålunda kunna hejdas, sedan svamparna uppnått en viss i förhållande till utvecklingen på oimpregnerad splint relativt obetydlig tillväxt.

3. Jämförelse mellan mätning och uppskattning av blånadsintensiteten.

Vid flera tillfällen är det önskvärt att följa utvecklingen av blåytan, t. ex. i fråga om stockblånadens fortskridande vid sommarlagring, eller när det gäller ytblånadens uppträdande på virke m. m. Man bör därvid skilja dels på angreppets utbredning i stocken eller på virket, d. v. s. den volym eller yta, som är angripen, dels på angreppets intensitet, d. v. s. den färgförändring, som veden undergår till följd av svampangreppet.

För att angiva angreppets utbredning ha flera metoder provats. LAGERBERG, LUNDBERG och MELIN (1927) planimetrerade det missfärgade vedpartiet och angåvo detta i procent av hela splintvedsvolymen. BUTOVITSCH och SPAAK

(1941) mätte i sina undersökningar den totala mantelytan och uppskattade sedan så noggrant som möjligt den av blånad angripna mantelytan, som angavs i procent av den totala vedytan. En liknande, något modifierad metod kom till användning i senare undersökningar (BUTOVITSCH och NENZELL 1943).

Angreppets intensitet bedömde LAGERBERG, LUNDBERG och MELIN enligt en 3-gradig skala (X—XXX), varigenom en viss, men föga differentierad uppfattning om de olika svamparnas förmåga att missfärga veden erhöles. Att en mätning av färgintensiteten ger en betydligt säkrare uppfattning om de olika svamparnas missfärgande förmåga, torde framgå av tab. 19.

Färgstyrkan har i denna tabell dels bedömts med en 3-gradig skala, dels mätts med vithetsmätaren. Av tabellen framgår omedelbart, hur odifferentierat och osäkert systemet med en uppskattning av färgstyrkan är. Möjligen kan en viss uppfattning erhållas om skillnaden i utveckling hos en och samma svamp. Någon uppfattning om de olika svamparnas förmåga att missfärga veden mer eller mindre är emellertid synnerligen svår att få på detta sätt. Efter tre veckor på naturlig splint har t. ex. blånadsgraden för *Cladosporium herbarum*, *Phialophora fastigiata* och *Stemphylium graminis* försetts med samma tecken, betecknande kraftig blånad. Av mätresultaten kommer emellertid omedelbart till synes, att skillnaden i pigmentbildning är ganska

Tab. 19. Jämförelse mellan färgstyrkan hos blåyteangripen ved enligt uppskattning och enligt mätning.

Comparison of intensities of coloration on attack by blueing fungi, estimated visually and by measurement.

Tid Time	ved wood	Blånadsintensitet Intensity of blueing							
		<i>Cladosporium herbarum</i>		<i>Ophiostoma sp.</i>		<i>Phialophora fastigiata</i>		<i>Stemphylium graminis</i>	
		Färg ¹ Colour	p.e.	Färg Colour	p.e.	Färg Colour	p.e.	Färg Colour	p.e.
1 vecka.....	naturlig splint	+	7,4	(+)	1,7	(+)	2,0	+	39
2 veckor.....		+	14	+	3,7	+	15	++	59
3 ».....		++	23	+	4,9	++	40	++	84
4 ».....		++	24	+	5,2	++	43	++	90
1 vecka.....	splint med 1,4 % pino- sylvin- monome- tyleter	—	1,0	—	0,1	—	0,1	—	0,8
2 veckor.....		—	1,2	+	1,7	(+)	1,8	(+)	1,5
3 ».....		(+)	3,2	+	3,2	+	5,6	(+)	5,6
4 ».....		(+)	2,3	+	2,7	+	7,6	(+)	5,0

- ¹ — ingen blånad no blueing.
 (+) sparsam blånad slight blueing.
 + måttlig » moderate »
 ++ kraftig » strong »

stor hos dessa tre svampar. *Stemphylium graminis* t. ex. har bildat nära fyra gånger så mycket pigment som *Cladosporium herbarum*.

Även om — som tidigare framhållits — en direkt jämförelse mellan dessa pigmentvärden måste göras med försiktighet, beroende på att färgämnenas sannolikt icke äro av enhetlig typ hos dessa svampar, så får man genom dessa mätningar en betydligt bättre uppfattning om variationerna i pigmentbildning. Hos en och samma svamp torde i varje fall en direkt jämförelse kunna göras mellan de olika värdena. Metoden bör även kunna förbättras och förfinas, särskilt i fråga om framställningen av briketterna, vilket är av avgörande betydelse för mätresultatets värde.

Dylik mätning av färgförändringen till följd av blåytesvamparnas verksamhet har utförts på kemisk massa, tillverkad av blåyteskadad ved (CHIDESTER, BRAY och CURRAN 1938), och på mekanisk massa (RENNERFELT 1941). Det har visat sig, att mörkfärgningen av papper och massa kan bli ganska betydande.

Någon sänkning av vedens eller fiberns styrka medför däremot icke förekomsten av blåyta i virke. Blåytans praktiska betydelse ligger huvudsakligen i dess egenskap att missfärga veden och de av densamma ev. tillverkade produkterna. En objektiv metod för mätning av missfärgningens storlek bör därför vara ett angeläget önskemål.

SAMMANFATTNING.

Tallkärnveden besitter en mycket stor motståndskraft emot angrepp av blåytesvampar. Säkerligen bidraga flera faktorer härtill. Halten av askbeståndsdelar och kväve är mindre i kärnveden än i splintveden. Halten av eterlösliga hartsbeståndsdelar däremot är större, varigenom vedens förmåga att taga upp vatten minskas och svamphyfernas framträngande försvåras. Slutligen finnas i kärnveden giftiga ämnen av fenolkaraktär, pinosylvin och pinosylvinmonometyleter.

I agarsubstrat verka dessa substanser starkt hämmande på de undersökta blåytesvamparna. Pinosylvin, som är den giftigare av de båda substanserna, hämmar i omkring 0,02 %-ig lösning (tab. 1—4). Fenol (tab. 5) har en avsevärt mindre giftverkan.

För att undersöka dessa ämnens giftverkan i ved impregnerades klotsar av tallsplintved med alkoholiska lösningar av pinosylvin resp. pinosylvinmonometyleter (tab. 6). Efter sterilisering ympades dessa klotsar med sporsuspensioner av några olika blåytesvampar, som under tre veckor fingo utveckla sig på klotsarna. För att få ett siffervärde på blånadsintensiteten ha klotsarna med tillhjälp av en apparat för färgmätning jämförts med vedpulverbriketter, innehållande en känd pigmentmängd (tab. 7, fig. 2).

Av försöken har framgått, att de olika svamparna ha en mycket olika förmåga att utbilda pigment på naturlig splintved. På de med pinosylvinsubstanterna impregnerade klotsarna har pigmentbildningen avsevärt hämmats. Även i ved ha alltså dessa kärnfenoler en hämmande inverkan på blåytesvamparna, ehuru här en betydligt kraftigare koncentration erfordras än i agar (0,5—1,4 % och mera). På naturlig kärnved har emellertid missfärgningen varit av ännu mindre storleksordning än på de impregnerade klotsarna (tab. 10—14, fig. 3 a—d). Tydligen spelar även kärnvedens övriga organisation en viktig roll.

Missfärgningen på splintved ökar hastigt i styrka under de första 2—3 veckorna, varefter den endast obetydligt tilltager eller går något tillbaka. Samma förhållande kan iakttagas på den pinosylvinimpregnerade veden, ehuru färgintensiteten där är betydligt mindre (tab. 15—18, fig. 4 a—d).

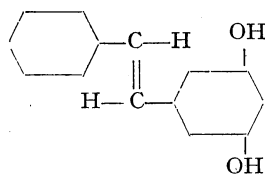
Blåytesvamparnas ekonomiska betydelse ligger framför allt i att de missfärga veden och de produkter, som tillverkas därav. En metod, varigenom ett siffervärde kan erhållas på blånadens intensitet, bör därför vara ett angeläget önskemål. En jämförelse mellan en uppskattning och en mätning av blånadsgraden (tab. 19) ger vid handen, att den senare metoden lämnar betydligt mer nyanserade värden.

Summary.

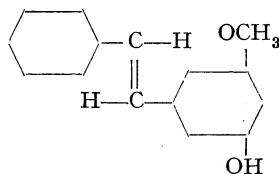
The Influence of the Pinosylvine Compounds on the Growth of Certain Blueing Fungi, with an Attempt at the Measurement of the Intensity of Blueing.

1. Experiments with the Phenolic Substances in the Heartwood of the Scots Pine, (*Pinus silvestris* (L.).

The average content of ether-soluble resin components in the sapwood is $2\frac{2}{3}$ % and in the heartwood 8 % (SYLVÉN, 1916). According to ZELLER (1916), however these materials have only a slight toxic action on fungi. From the heartwood of pine, ERDTMAN (1939), after extracting with acetone, has isolated specific resin components of phenolic character, pinosylvine and pinosylvinemonomethyl ether. The structures of these compounds are given here:



Pinosylvine



Pinosylvinemonomethyl ether

In agar substrates these substances have very strong toxic effects on rotting fungi (Rennerfelt, 1943 a & b).

A. Experiments in Malt Extract Agar.

These substances have also a considerable inhibiting effect in agar upon blueing fungi (*Cladosporium herbarum*, *Ophiostoma* sp., *Phialophora fastigiata* and *Stemphylium graminis*) (Tables 1—5). Pinosylvine (Table 3) is somewhat more toxic than pinosylvinemonomethyl ether. The phenol number of pinosylvine is c. 5.

B. Experiments on Wood.

In order to investigate the toxic action of these substances in wood, blocks of pine sapwood were impregnated with pinosylvine and pinosylvinemonomethyl ether. Table 6 gives the concentrations of these substances in the blocks.

For the infection of the blocks, spore suspensions of the blueing fungi were prepared, containing one million spores per ml. The blocks, after sterilisation in the drying oven at 120°C, were dipped in the spore suspensions for 10 seconds, after which they were laid on glass shelves in Petri dishes, which were kept moist with filter paper. As controls blocks of untreated sapwood and heartwood were simultaneously infected.

The development of the blueing has hitherto been estimated on a more or less subjective scale. It is desirable to establish a more objective measuring procedure, by which the intensity of blueing may be given a numerical value. An attempt at the devising of such a method is briefly described below.

Mixtures were made in different proportions of wood flour (heartwood + sapwood) and a mixture of animal charcoal and fresh spruce needles (1 part charcoal and 2 parts needles). With the aid of a colourless glue, briquettes were made of these mixtures. They varied in colour from the natural colour of the wood to almost black. The briquette with the strongest pigmentation contained 1 000 times more pigment than did that with the smallest addition of charcoal. The briquettes were examined in the General Electric Reflection Meter or Brightness Tester (HUNTER, 1935) with filter No. 7. The galvanometer deflections obtained (Table 7) have been plotted as ordinates against the logarithms of the relative quantities of pigment (Fig. 2).

The pigment contents of the discoloured blocks were obtained in the following manner. The blocks were measured with filter No. 7 and the galvanometer deflections were calculated according to Column 8 in Table 7. The corresponding logarithm values were read from the curve and calculated as quantities of pigment. As a rule the values lay on the straight part of the curve. The pigmentation values were therefore between 1 and 150. These values are naturally not absolute factors, but are wholly dependent upon the pigment in the briquettes.

The term »pigment unit» (p.e.) is proposed as a suitable unit of discoloration. One p.e. corresponds to the amount of pigment in a briquette made from a mixture of 10 g. wood flour and 0.01 g. animal charcoal + spruce needles (No. 16, Columns 2 & 3, Table 7). A block which on measurement proves to have the relative pigment quantity 20 thus contains 20 p.e. In the briquette the ratio of wood and pigment in this case is 50 (Column 4, Table 7). In the wood block the ratio may naturally be quite otherwise, depending on the composition and strength of the pigment produced by the fungus.

A certain generalisation has been employed in the measurements, for these have been carried out with the same series of briquettes for all fungi, irrespective of whether or not these give the same shade of colour on the wood. It is, however,

a practical impossibility to make briquettes of precisely the same colours as the discoloured blocks.

Tables 8—10 give the mean values obtained in the measurements on briquettes and blocks, both infected and uninfected.

2. The Growth of Blueing Fungi on Woods of Different Kinds.

a. Growth at Different Concentrations of Heartwood Phenols.

Tables 11—14 and Fig. 3 a—d show the development of the fungi on the different wood blocks. On natural sapwood all fungi developed well, but the powers of pigment formation were very different. The greatest was that of *Stemphylium graminis* and the least that of the *Ophiostoma* species. All fungi developed very poorly on heartwood.

On the impregnated blocks the pigment formation was essentially reduced. The discoloration decreased with rising concentration. This phenomenon appears especially clearly in the case of *Stemphylium graminis* (Table 14, Fig. 3 d).

On the impregnated blocks, however, the development was better than that on the natural heartwood, despite the fact that the former contained, at least in a few cases, more of the toxic pinosylvine than did the latter. According to analyses the heartwood contained 1,36 % of these phenols, of which about 30 % was pinosylvine.

The effective resistance offered by heartwood to the blueing fungi probably also arises from the organisation of this wood. The manner in which these phenols, and perhaps other resin components, are incorporated in the natural heartwood is certainly not without its significance. Investigations by HÄGGLUND, HOLMBERG and JOHNSON (1936) and ERDTMAN (1943) have shown that the fine chemical structure of heartwood is very complicated.

b. The Dependence of the Discoloration upon Time.

Blocks, some of natural sapwood and some impregnated with 1,4 % pinosylvinemonomethyl ether, were infected with the previously mentioned blueing fungi. At intervals of one week over a period of one month a number of blocks of each kind were removed. The magnitude of the discoloration was measured in each case in the Reflection Meter. The results are given in Tables 15—18 and Fig. 4 a—d.

On natural sapwood the discoloration increases in strength from the first week to the third. Of the different fungi *Stemphylium* forms most pigment and the *Ophiostoma* species least. The addition of pinosylvinemonomethyl ether shows throughout a strong inhibiting effect on the growth. With the passage of time, however, even the impregnated blocks become discoloured, most strongly in the case of those infected with *Phialophora fastigiata*.

3. Comparison between Measurement and Visual Estimation of the Intensity of Blueing.

In Table 19 a comparison has been made between the visual estimation and the measurement of the colour strengths of the infected blocks. The colour strengths have been judged according to the scale of three strengths and measured with the Reflection Meter. The Table immediately shows how undifferentiated and un-

certain is the method of visual estimation. It is difficult in this manner to gain any idea of the relative powers of the different fungi to discolour wood. It is also clear from the measurements that the differences in pigment formation are great between the different fungi. As the practical importance of the blueing fungi lies principally in their property of discolouring wood and the products derived therefrom, an objective method for the estimation of the magnitude of the discoloration would appear to be an urgent requirement.

Anförd litteratur.

- BJÖRKMAN, E., 1944. Om röthårdigheten hos lärkvirke. — Norrl. Skogsv.-förb. tidskr., 18.
- BUTOVITSCH, V. och SPAAK, H., 1941. Fortsatta försök att skydda i skogen sommarlagrat timmer mot insekter och svampar. — Ibid., 65.
- och NENZELL, G., 1943. Ytterligare bidrag till kännedom om sommarkonservering i skogen av obarkat och barkat talltimmer. — Ibid., 26.
- CHIDESTER, G. H., BRAY, M. W. and CURRAN, C. E., 1938. Characteristics of Sulphite and Kraft Pulp from Blue-Stained Southern Pine. — Paper Trade Journal, april 7.
- ERDTMAN, H., 1939. Die phenolischen Inhaltsstoffe des Kiefernkernelholzes, ihre physiologische Bedeutung und hemmende Einwirkung auf die normale Aufschliessbarkeit des Kiefernkernelholzes nach dem Sulfitverfahren. — Liebigs Ann. der Chemie, 539, 116.
- 1943. Die phenolischen Inhaltsstoffe des Kiefernkernelholzes IV. Membranbildende Substanzen im Kiefernkernelholz. — Svensk Papperstidn., 46.
- und RENNERFELT, E., 1944. Der Gehalt des Kiefernkernelholzes an Pinosylvinphenolen. Ihre quantitative Bestimmung und ihre hemmende Wirkung gegen Angriff verschiedener Fäulepilze. — Svensk Papperstidn., 47.
- HUNTER, R. S., 1935. Reflection Measurements on Pulp and Paper. — Paper Trade Journal, 100, nr 26.
- HÄGGLUND, E., HOLMBERG, J. und JOHNSON, T., 1936. Über den Aufschluss des Kiefernkernelholzes nach dem Sulfitverfahren. — Svensk Papperstidn., 39, 37 (Sonderheft).
- KLEIN, G., 1932. Handbuch der Pflanzenanalyse, Band III/2, 1410.
- LAGERBERG, T., LUNDBERG, G. and MELIN, E. 1927. Biological and Practical Researches into Blueing in Pine and Spruce. — Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskr., 25, 145.
- LIESE, J. 1928. Verhalten holzzerstörender Pilze gegenüber verschiedenen Holzarten und Giftstoffen. — Angew. Bot., 10, 156.
- RENNERFELT, E. 1941. Chemical Treatment of Wet Mechanical Pulp in order to Control Damages caused by Fungi. — Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskr. 39, 19.
- 1943 a. Die Toxizität der phenolischen Inhaltsstoffe des Kiefernkernelholzes gegenüber einigen Fäulnispilzen. — Svensk Bot. Tidskr., 37, 83.
- 1943 b. Undersökningar över toxiciteten emot rötsvampar hos tallkärnvedens fenoliska beståndsdelar. — Medd. Stat. skogsförs.-anst., 33, 331.
- SYLVÉN, N., 1916. De svenska skogsträden. I. Barrträden. — Stockholm.
- TRENDELENBURG, R., 1939. Das Holz als Rohstoff. — München/Berlin.
- ZELLER, S. M., 1916. *Lenzites saeppiaria* Fr. with special Reference to Enzyme Activity. — Ann. Mo. Bot. Gard., 3, 439.